مجله سیاست دفاعی
شماره۳۳-۳۲ ، پاییز و زمستان ۷۹

مقدمه‌ای بر مدل‌سازی سناریوهای جنگی و ارزیابی آنها

مطالعه موردی برای عملیات والفجر ۸

نویسنده : حسین علایی *

کلید واژه‌ها

مدل سازی، سیستم ارزیابی، سناریوهای جنگی، هوش مصنوعی (تکنولوژی)، تحلیل پوششی داده‌ها، تکنولوژی بازی جنگ، فرماندهان خبره، مجموعه‌های فازی، منطق فازی

چکیده

یکی از وظایف مهم فرماندهان نظامی در اتاق جنگ، تولید سناریوها[۱] و طرحهای مختلف عملیاتی و ارزیابی نتایج احتمالی آنها برای انجام عملیات است. سرعت و دقت در سناریوسازی و ارزیابی سناریوهای مختلف به منظور انتخاب و یافتن بهترین و مناسبترین آنها، در سرانجام و نتیجه هر نبرد، سرنوشت ساز است. جنگ تحمیلی و نبردهای انجام شده در دوران دفاع مقدس، نشان داده است که یکی از علل موفقیت نیروهای رزمنده ایرانی، تولید و انتخاب سناریوهای مناسب بوده‌است. در این مقاله چارچوبی جهت سناریوسازی برای یک نبرد واقعی با تکیه بر تجربیات و دانش عملیات والفجر ۸ ، در بهمن ماه ۱۳۶۴ و تصرف فاو طراحی شده‌است.[۲] نتایج به دست آمده، اعتبار این فرآیند را تأیید می‌کند.

❝❝❝❝❝❝

مقدمه

مدل‌سازی، تحلیل نظامی و مدلهای برنامه‌ریزی ریاضی از ابزارهایی هستند که می‌توانند با استفاده از علوم پایه مانند ریاضیات پیشرفته، کامپیوتر و شبیه‌سازی، شرایط

* آقای دکتر حسین علایی دارای دکترای مدیریت،گرایش سیستمها و عضو هیأت علمی دورهٔ عالی جنگ سپاه می‌باشند.

واقعی یک نبرد را قبل از وقوع آن، مورد ارزیابی قرار دهند و فرماندهان را در اتخاذ تصمیمات مؤثر یاری نمایند.

ارتشهای دنیا در طول قرنها، در اندیشه آماده کردن خود برای جنگ یا دفاع بوده‌اند. این اقدام از طریق تهیه نیروهای زمینی، هوایی و دریایی برای درگیریهای احتمالی و نیز آماده کردن طرحها، تجزیه و تحلیل برنامه‌ها و روشهای عملیاتی و تدوین دکترین اتخاذ استراتژی مناسب به کار گیری تدابیر لازم برای حل احتمالی بحران صورت گیرد.[۳]

انواع مانورها و تمرینات نظامی و... روشهای معمولی برای آمادگی رزمی و برای تجسم یک نبرد و نتایج حاصل از آن است. هریک از این تمرینها برای هدف خاصی، خوب و مناسب هستند ولی باید مدلی را طراحی کرد که بدون ورود ارتش در یک جنگ واقعی و بدون تحمل هزینه‌های فراوان و از دست دادن امکانات و مقدورات، بتواند طرح قابل قبولی از جنگ احتمالی آینده به دست دهد و سناریوهای مختلف را ارزیابی کند. بدین منظور بایستی به مدل و نرم‌افزاری دست یافت که توان مدیریتی و فرماندهی را افزایش دهد. این نرم‌افزار از قدیم در ذهن فرماندهان به صور مختلف وجود داشته است. ظهور بازیهایی مثل شطرنج در راستای این فکر بوده‌است.

در سالهای اخیر استفاده از بازی جنگ برای بررسی سناریوهای مختلف در بین ارتشهای پیشرفته جهان توسعه یافته است. معروفترین سیستمهایی که در سالهای اخیر توسعه داده شده عبارت‌اند از: ACSPIEL ، RIEGSSPILE و LPOLEX

مؤسسه رَند نیز که یک مؤسسه امریکایی است بعد از جنگ خلیج فارس سیستم ارزیابی استراتژیک (RASA) را توسعه داده‌است.[۴] این سیستم توانایی تحلیل جنگهای هسته‌ای، شیمیایی، لیزری و مخابراتی را در ابعاد جهانی دارد.

در ایران تاکنون در این زمینه کار زیادی صورت نگرفته است. فعالیتهایی در سپاه پاسداران انقلاب اسلامی و ارتش جمهوری اسلامی صورت گرفته، ولی این اقدامها عمدتاً در سطح تاکتیکی بوده است.

با انجام مطالعه در بارهٔ سناریوهای به کار رفته برای طراحی عملیات والفجر ۸، مدل‌سازی سناریوهای جنگی با استفاده از هوش مصنوعی و ارزیابی این سناریوها با

استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها* انجام می‌شود. امیدواریم این تحقیق مقدمه‌ای بر دستیابی به تکنولوژی بازی جنگ متناسب با شرایط و نیازهای کشورمان باشد و همچنان که در دوران دفاع مقدس علی‌رغم تجربه کم، کارهای بسیار مهمی انجام گرفت، در این زمینه نیز با اتکا بر روشهای علمی بتوان بازی جنگ را در مرز دانش گسترش داد. این مدل می‌تواند برای آموزش فرماندهان جدید و نیز برای انجام مانورهای نظامی با استفاده از کامپیوتر و نیز برای طراحی سناریوهای مختلف عملیاتی در اتاق جنگ به کار رود و مهارت فرماندهان را در این زمینه افزایش دهد.

مدل‌سازی

در این مقاله برای مدل سازی سناریوهای جنگی از هوش مصنوعی استفاده می‌شود. هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم کامپیوتری برای طراحی و اجرای برنامه‌هایی است که توانایی رقابت با مهارتهای انسانی را داشته باشند. تصمیم‌گیری در سطح فرماندهی جنگ ضابطه مشخص فرموله شده‌ای نیست که بتوان برای آن معادلات ریاضی پیش‌بینی کرد، بلکه بیشتر تابع نظرات فرماندهان خبره است و از آنجا که نظرات فرماندهان خبره، قاعده‌مند است و می‌توان آن را به صورت قواعد اگر ... آنگاه در آورد و از طرفی حل مسائل مربوط به میدان نبرد از طریق جستجوی ابتکاری امکان‌پذیر است، لذا از سیستمهای خبره، که یکی از شاخه‌های تکنولوژی هوش مصنوعی است، استفاده می‌شود. سیستمهای خبره، سیستمهای هوشمندی هستند که فرآیند تصمیم‌گیری افراد متخصص را تقلید می‌کنند.(۵) هدف سیستمهای خبره، انتقال خبرگی از فرد خبره به کامپیوتر و از آن طریق به سایر انسانهاست. برای طراحی مدل مناسب، بایستی یک پایگاه دانش را طراحی کرد که اطلاعات لازم برای فرموله کردن و حل مسئله در آن به صورت منطقی جمع‌آوری شود. در این پایگاه تمامی قواعد بازی، که از خبرگان استخراج شده‌است، جمع‌آوری می‌گردد.(۶)

دانش فرماندهان خبره در پایگاه قواعد به صورت قواعد اگر ... آنگاه به ترتیب زیر ارائه می‌گردد:

---

* Data Envelopment Analysis (DEA)

IF $\mathbf{X}_1^l$ is $\mathbf{A}_1^l$ and $\mathbf{X}_2^l$ is $\mathbf{A}_2^l$ and $\mathbf{X}_3^l$ is $\mathbf{A}_3^l$ and ...

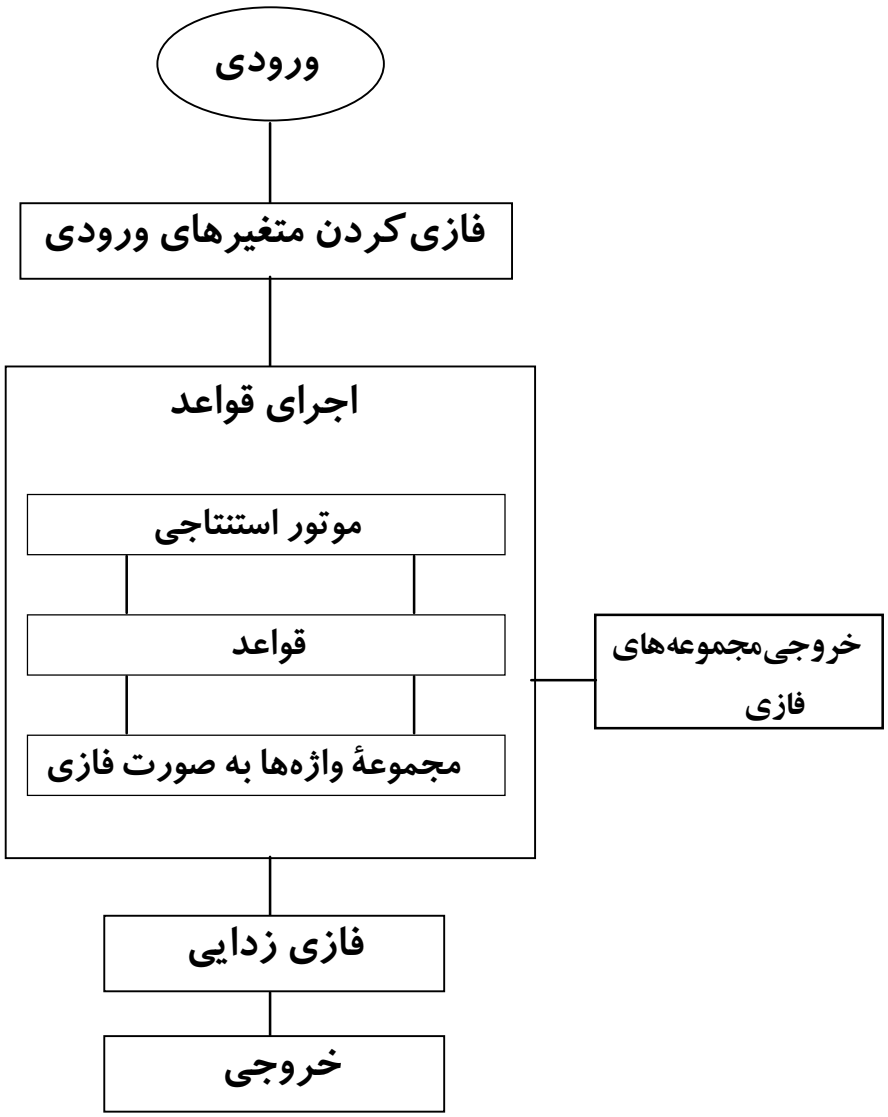
THEN $\mathbf{Y}_1^l$ is $\mathbf{B}_1^l$ $\quad l = 1, 2, \ldots, M$

که در آن $\mathbf{A}_1$ و $\mathbf{A}_2$ و ... $\mathbf{A}_n$ مجموعه‌های فازی مربوط به پارامترهای ورودی دخیل در عملیات نظامی و $\mathbf{B}_1^l$ پارامتر خروجی متناسب با آن ورودیهاست و سیستم با آن آموزش می‌بیند.

$\mathbf{Y}_1^l$ نیز خروجی متناسب با ورودیهای x_1 و x_2 و ... و x_n است که این ورودیها توسط کاربر به سیستم داده می‌شود. این سیستم دارای M قاعده است.

در تصمیم‌گیریهای مربوط به جنگ و تدوین سناریوهای مختلف، پارامترهای زیادی وجود دارند ولی مهمترین آنها، که در هر شرایطی باید مدّنظر باشند، عبارت‌اند از: سازمان، تجهیزات، جوّ، زمین، زمان و اهداف که به عنوان داده‌های ورودی سیستم تعریف می‌شوند. از آنجا که مقدار پارامترهای فوق نادقیق و یا تقریبی هستند لذا برای طراحی یک مدل واقع‌بینانه، راه مناسب، استفاده از منطق فازی است تا بتوان با کمک آن در یک فضای پیوسته مقادیر پارامترها را تعریف کرد.(۷) بنابراین برای مدل‌سازی سناریوهای گوناگون از سیستم خبره فازی استفاده می‌شود.

شکل کلی سیستم خبره فازی مورد استفاده در سناریوهای جنگی به شکل زیر است:


ورودی
فازی کردن متغیرهای ورودی
اجرای قواعد
موتور استنتاجی
قواعد
مجموعهٔ واژه‌ها به صورت فازی
خروجی مجموعه‌های فازی
فازی زدایی
خروجی

(شکل ۱)

برای تعریف مجموعه‌های فازی سه روش زیر وجود دارد :(۸)

۱ـ اخذ اطلاعات از خبرگان؛

۲ـ استفاده از شبکه عصبی؛ و

۳ـ استفاده از الگوریتم ژنتیک.

برای مدل‌سازی سناریوهای جنگی فقط به خبرگان مراجعه می‌شود. استفاده از دو روش دیگر نیاز به اطلاعات زیادی دارد که جمع‌آوری آنها را مشکل و کار را طولانی می‌کند.

برای انجام عمل استنتاج، سیستم خبره فازی طراحی شده در جعبه‌افزار فازی نرم‌افزار* MATLAB 5.3 پیاده‌سازی شده‌است. این نرم‌افزار می‌تواند قواعد فازی را از کاربر دریافت کند و با تعریف مجموعه‌های فازی مناسب برای هریک از مشخصه‌ها، استنتاج لازم را انجام دهد. در این سیستم عملگرها و استنتاجهای فازی متنوعی قابل تعریف است. خروجی سیستم خبره فازی برحسب نیاز می‌تواند به صورت فازی یا غیرفازی ارائه شود.

خروجیهای مدل طراحی شده عبارت‌اند از :

۱ـ میزان دستیابی به اهداف؛

۲ـ میزان تلفات خودی؛

۳ـ میزان تلفات دشمن؛ و

۴ـ غنایم.

~~این سیستم می‌تواند حاصل از یک سناریو خطی شده را تعیین دهد.~~

سناریوهای مختلف، خروجیها یا نتایج مختلفی خواهند داشت که بایستی آنها را ارزیابی کرد. روش ارزیابی سناریوها بسیار مهم است. از آنجا که برای سنجش سناریوها، قاعده و استاندارد معینی وجود ندارد و نمی‌توان تعیین کرد که به کارگیری هر سناریو چه میزان پیروزی و چقدر شکست را به ارمغان خواهد آورد، لذا ابزار ریاضی می‌تواند در این زمینه به کمک آید.

یکی از ابزارهای ناپارامتریک برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری**، تحلیل پوششی داده‌های DEA است. هدف DEA، ارزیابی و اندازه‌گیری کارآیی واحدهای

---

* Mathematical Laboratory

** Decision Making Units (DMUs)

تصمیم‌گیری است به شرط آنکه آن واحدها ماهیت و شرایط متجانسی داشته باشند. اساس کار DEA ترکیب خطی خروجیها و ورودیها و یافتن نسبت آنها و مقایسه DMUها با یکدیگر و تعیین کارآیی نسبی است.(۹) خصوصیت DEA این است که با پویایی سیستم، مرز کارآیی تغییر می‌کند. برای ارزیابی کارآیی نسبی DMUهایی که هریک از آنها چند ورودی فازی را برای ایجاد چند خروجی کیفی به کار می‌برند، مدل DEA فازی به صورت زیر است.(۱۰)

$$\max \quad w = \sum_{r=1}^{s} u_r \; y_{rp}$$

$$s.t.$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i \; \tilde{x}_{ip}$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r \; y_{rp} - \sum_{i=1}^{m} v_i \; \tilde{x}_{ip} \leq 0$$

$$u_r \; , \; v_i \geq 0$$

که در آن x و y به ترتیب پارامترهای ورودی و u و v وزنهای مرتبط با آنها هستند.

با استفاده از مدل فوق می‌توان میزان کارآیی هر سناریو را محاسبه کرد و بازیهای کارآ و ناکارآ را مشخص ساخت. مدل با استفاده از متغیرهای لنگی* علت ناکارآیی هر سناریو را مشخص و راه رسیدن به مرز کارآیی را بیان می‌کند. سناریوهای ناکارآ به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند. برای رتبه‌بندی سناریوهای کارآ از مدل زیر که معماریانی، جهانشاه‌لو و ساعتی آن را توسعه داده‌اند، استفاده می‌شود.(۱۱)

برای رتبه‌بندی واحدهای کارآ باید محدودیت تابع درحال ارزیابی را حذف کرد.

$$\max \quad w = \sum_{r=1}^{s} \tilde{y}_{rp}$$

$$s.t.$$

$$\sum_{i=1}^{m} \tilde{x}_{ip} = 1 \qquad i \neq p$$

$$\sum_{r=1}^{s} \tilde{y}_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \tilde{x}_{ij} \leq 0$$

---

* Slack Variables

$$v_i [\overset{m}{x}_{ij} - (1 - \gamma) \overset{\alpha}{x}_{ij}] \leq x_{ij} \leq v_i [\overset{m}{x}_{ij} + (1 - \gamma) \overset{\beta}{x}_{ij}]$$

$$u_r [\overset{m}{y}_{rj} - (1 - \gamma) \overset{\alpha}{y}_{rj}] \leq y_{rj} \leq u_r [\overset{m}{y}_{rj} + (1 - \gamma) \overset{\beta}{y}_{rj}]$$

$$x_{ij} \quad , \quad y_{rj} \geq \varepsilon$$

با استفاده از مدل فوق که یک مسئله پارامتری است به ازای برشهای مختلف γ نتایج متفاوتی به دست می‌آید.

برای مثال اگر $\gamma = 0$ باشد مقدار عدد مثلثی برای ورودی

$$(\overset{m}{x}_{ip} - \overset{\alpha}{x}_{ip} , \overset{m}{x}_{ip} + \overset{\beta}{x}_{ip})$$

و برای خروجی

$$(\overset{m}{y}_{rp} - \overset{\alpha}{y}_{rp} , \overset{m}{y}_{rp} + \overset{\beta}{y}_{rp})$$

خواهد بود، زیرا کل بازده درنظر گرفته می‌شود.

اگر $\gamma = 1$ باشد آنگاه مقدار عدد مثلثی برای ورودی

$$\tilde{x}_{ip} = \overset{m}{x}_{ip}$$

و برای خروجی

$$\tilde{y}_{rj} = \overset{m}{y}_{rj}$$

خواهد بود و مدل به یک مدل قطعی تبدیل می‌شود.

کاربرد و اجرای مدل

این مدل در سپاه پاسداران انقلاب اسلامی به اجرا گذاشته شد و نتایج آن مورد ارزیابی قرار گرفت. ۷۲ نفر از فرماندهان عملیاتی، سناریوهای مورد نظر خود را انتخاب، و نتایج آن را از سیستم خبره دریافت کردند. آن گاه با استفاده از مدل DEA فازی نتایج سناریوها مورد ارزیابی قرار گرفت. مدل DEA فازی ۴۴ سناریو را کارآ و ۲۸ سناریو را ناکارآ تشخیص داد. برای بازیهای ناکارآ، متغیرهای لنگی در مقادیر ورودی و خروجی مشخص گردید. برای رساندن بازیهای ناکارآ به مرز کارآیی باید مقدار کارآیی

محاسبه شده برای هر سناریو در مقدار ورودی آن ضرب شود و از عدد به دست آمده مقدار متغیر لنگی در ورودیهای مربوط کسر، و به خروجیهای هر سناریو به میزان متغیر لنگی مربوط به آن اضافه گردد.

سناریوهای کارآ، مدلهایی هستند که مقدار تابع هدف آنها مساوی ۱ و متغیرهای لنگی آنها صفر باشد. سناریوهای ناکارآ، مدلهایی هستند که مقدار تابع هدف آنها کمتر از ۱ و دارای متغیر لنگی غیرصفر باشند. اگر مدلی دارای تابع هدف ۱ و متغیر لنگی غیرصفر باشد آن سناریو کارآیی ضعیفی دارد.

در مدل ارائه شده ترکیب

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_j \left[x_{ij}^{m} + (1 - \gamma)\, x_{ij}^{\beta} \right]$$

مرز کارآیی را مشخص می‌کند. با γ ترکیبی از واحدهای یک بردار n تایی است که در اینجا تعداد سناریوهاست. فازی γ نشان می‌دهد که هر DMU کدام یک از واحدهای تصمیم‌گیری مقایسه می‌شود. مدل DEA برای تعیین کارآیی، کمترین مقدار عددی ورودی فازی را با بیشترین مقدار خروجی فازی درنظر می‌گیرد و مدل را اجرا می‌کند، لذا میزان واحدهای کارآ را به حداکثر ممکن خود می‌رساند. برای رتبه‌بندی سناریوها برنامه‌ای از طریق نرم‌افزار GAMS[۱۲] تهیه شده است. این نرم‌افزار با استفاده از برنامه MINOS5 مدلهای طراحی شده را حل می‌کند.[۱۳]

نتیجه‌گیری

با استفاده از سیستمهای خبره فازی می‌توان سناریوهای مختلف جنگی را مدل‌سازی کرد و برای تصمیم‌گیری در سطح استراتژیک، که بیشتر اطلاعات و داده‌ها در آن کیفی و تقریبی هستند، سیستمهای فازی بهتر از روشهای دیگر می‌توانند پاسخ دهند. بخصوص این سیستمها برای فرماندهان استراتژیک، که دارای استنباط و قضاوت ذهنی هستند، کاربردی‌تر و مناسب‌تر است، زیرا نمی‌توان چنین فرماندهانی را برای تصمیم‌گیری، به مجموعه‌ای قواعد صلب ریاضی محدود کرد. تصمیم‌گیری در این سطح نیاز به انعطاف پذیری بیشتری دارد. ارزیابی سناریوهای طراحی شده نشان می‌دهد که هرچه درجه خبرگی فرماندهان بالا می‌رود، میزان کارآیی آنها افزایش می‌یابد. از طرفی مدل DEA فازی می‌تواند کمک شایانی به کسب مهارت و توان طراحی سناریوهای

مختلف برای فرماندهان جدید ایجاد کند. این مدل با بیان علل سناریوهای ناکارآ و تعیین متغیرهای لنگی مربوط به ورودیهای و خروجیهای مختلف می‌تواند به افزایش کارآیی فرماندهان کمک کند تا آنان به عنوان واحدهای تصمیم‌گیری بتوانند تصمیمات مناسبتر اتخاذ نمایند و نتیجه تصمیمات خود را ارزیابی کنند و بر کیفیت تصمیمات خود بیفزایند. با داشتن چنین مدلی می‌توان با اطمینان بیشتری به طراحی سناریوهای مختلف جنگی پرداخت و حالات ممکن بیشتری را در اتاق جنگ بررسی کرد.

یادداشتها

۱ـ سناریو یک سلسله وضعیتهایی را ترسیم و مجسم می‌نماید که نهایتاً دستیابی به هدفهای منظور شده در دستورالعمل تمرینان تاکتیکی (تمرین صحرایی، مانور صحرایی و...) فرمانده را امکان‌پذیر می‌سازد. سناریو به منظور راهنمایی و کنترل افراد و نیز کنترل دشمن، نوشته می‌شود به طوری که تمرین برمبنای طرح پیش‌بینی شده اجرا گردد.

سناریو از چهار بخش زیر تشکیل می‌شود:

الف ـ وضعیت عمومی؛

ب ـ وضعیت و خواسته اولیه؛

ج ـ وضعیت بعدی و خواسته‌ها؛

د ـ برنامه زمان‌بندی.

۲- محمد درودیان، ***فاو تا شلمچه***، (تهران: مرکز مطالعات جنگ سپاه، ۱۳۷۸).

۳- دانشکده فرماندهی و ستاد سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، ***بازی جنگ***، (تهران: انتشارات دافوس، ۱۳۷۷).

4- Davis, P. K., "Rand Experience in Applying Artificial Intelligence Techniques to Strategic-Level-Military-Political War Gaming", Rand Report, No. P6977 (Santa Monica: RAND, 1984).

5- Jackson. P., "International to Expert Systems", (Addison Weseley Publishing Company, 1990).

6- Efraim Turban, ***Decision Support and Expert Systems*** (New York : MacMillan Publishing Company, 1990).

7- L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets", ***Inform and Control 8,*** 1965.

8- Li - Xin Wang, ***A Course in Fuzzy Systems and Control***, (U.S. : Prentice-Hall, Inc. 1997).

9- Andersen. P. and N. C. Petersen, "A Procedure for Ranking Units in Data Envelopment Analysis", ***Management Science***, 1993.

10- Saati, S. M. A. Memariani and G. R. Jahanshahloo, "A Ranking Method in Fuzzy Data Envelopment Analysis", ***Communicated to Fuzzy Sets and Systems***, 2000.

11- Saati, S. M. A. Memariani and G. R. Jahanshahloo, "Fuzzy Data Envelopment Analysis", ***Communicated to Fuzzy Sets and Systems***, 2000.

12- General Algebraic Mathematical

۱۳- حسین علایی، "طراحی فرآیند مدیریتی و ارزیابی سناریوها در جنگ با استفاده از هوش مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌ها"، رساله دکترای مدیریت (گرایش سیستمها)، دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت، ۱۳۷۹.